

# STEEL FOR MACHINE STRUCTURAL USE EXCELLENT IN DELAYED FRACTURE RESISTANCE

Publication number: JP3243745

Publication date: 1991-10-30

Inventor: TSUMURA TERUTAKA; NAKAZATO FUKUKAZU;  
MINO TADAYUKI

Applicant: SUMITOMO METAL IND

Classification:

- international: C22C38/00; C22C38/48; C22C38/00; C22C38/48;  
(IPC1-7): C22C38/00; C22C38/48

- european:

Application number: JP19900040592 19900220

Priority number(s): JP19900040592 19900220

[Report a data error here](#)

## Abstract of JP3243745

**PURPOSE:** To manufacture a steel for machine structural use excellent in tensile strength and delayed fracture resistance by preparing a steel having a specified compsn. in which the content of Ni, Mo, V and Nb is specified and the content of P, S, Mn, Si and Cr is controlled. **CONSTITUTION:** A steel contg., by weight, 0.35 to 0.50% C, <=0.20% Si, <=0.35% Mn, 0.012% P, <=0.01% S, 1.0 to 3.0% Ni, <=0.25% Cr, 0.40 to 1.5% Mo, 0.05 to 0.50% V, 0.005 to 0.20% Nb, 0.005 to 0.10% Al and the balance substantial Fe with inevitable impurities is prep'd. In this way, the steel for machine structural use having about >= 140kg f/mm<sup>2</sup> tensile strength and excellent in delayed fracture resistance can be obt'd. and is useful for high tensile bolts, PC steel bars or the like.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



## 特開平3-243745(3)

あり、その割合は、重量%で、C : 0.25～0.50%、  
S : 0.20%以下、N : 0.35%以下、P : 0.012%  
以下、S : 0.01%以下、M : 1.0～3.0%、Cr :  
0.25%以下、N : 0.40～1.5%、V : 0.05～0.50%  
%、Nb : 0.05～0.20%、Al : 0.005～0.10%を  
含有し、必要に応じて更に、  
① Cu : 0.05～0.50%  
② Zn : 0.15%以下、Ti : 0.10%以下の1回又は  
2回  
の1区分又は2区分を含み、残部は実質的にP及  
び不可避的不純物からなる耐還元性に優れた  
耐候性適用鋼である。

(作用)

以下に、本発明における鋼の成分組成の限定期  
由について述べる。

C : Cは鋼の焼入性増加、強度増加に加えて結晶  
の回復化のためにも有効な成分であるが、そ  
の含有量が0.35%未満では焼入性劣化を来たし、  
又所定の強度を確保することが出来ない。一方、  
0.50%を超えて含有させると焼入時の焼入割れ  
の発生を引き起こす。

N : Nは焼入の他、焼入性向上に有効な元素であ  
るが、多量に添加すると結晶の強度を生  
成することにより、また母材でのPやCrとの共  
同析出により、結晶化現象が生じて耐還元性  
を低下する。

さらに、NbとSと結合してNbSを形成し、こ  
れが耐焼の起点となることからも、耐還元性  
の改善のためには極力その含有量を低下させ  
なければならない。従って、耐還元性の改  
善を目的とする本発明ではNbの含有量を0.35%  
以下とした。

P : Pはいかなる熱処理を施してもその結晶析  
出が焼入性と耐性を低下させると焼入時の焼入割  
れの発生を引き起こす。従って、耐還元性の改  
善を目的とする本発明では、Crの含有量を低  
く抑えて0.35%以下とした。

S : Sは上記したようにNbと結合して耐焼の起  
点となり、さらにNbとSは母材に偏析を  
促進するため、極力その含有量を低く制限する  
ことが必要である。従って、本発明ではSを  
0.01%以下とした。

Al : Alは鋼の焼入性と耐性を向上させ、且つ特に  
Nb、V、Nbとの組合添加で著しく鋼を细化し、  
焼成性を改善するための耐還元性を強め  
ることである。しかし、その含有量が0.40%未満では、  
前記作用に所要の効果が得られず、一方、1.5  
%を超えて添加してもその効果は飽和し、コス  
トの上昇を招くだけであるため、本発明ではそ  
の含有量を0.40～1.5%とした。

V : Vは鋼を細分化し、さらに析出硬化して鋼  
の強度を向上させる作用を有し、特にNb、Nb  
との組合添加でそれらの作用が著しくなり、焼  
成性と高強度の効果で耐還元性の改善  
にも有効な元素であるが、0.05%未満では前記  
効果が得られず、一方、3.0%を越えて含有さ  
せておくと焼入性は飽和し、且つコスト的に高く  
つくので、本発明ではその含有量を1.0～3.0  
%とした。

Cr : Crは鋼の焼入性と強度増加のためには有効な元  
素であるが、多量に添加すると焼入でPやNbと  
の共同析出により、結晶化現象が生じて耐還元

性が犠牲する上に却って耐性の劣化を招く場合があることから、本発明ではその含有量を0.05～0.50%と定めた。

Ni : Niは鋼の強度、耐性の向上と相容和化に対して効果を有し、特にNb、Nb、Vとの組合添加で著しく鋼を細分化し、焼成性を改善する効果を有するた  
め、特に高強度の鋼の場合に高い耐還元性を有する目的で含有させるが、0.05%未満ではその効果が小さく、一方、0.60%を超えて含有すると、熱間加工性及び塑性の劣化をきたすので耐還元性の改善に妨げて有効な元素である。しかしながら、その効果を確保するためには、0.05%以上の添加が必要である。

一方、0.20%を超えて添加するとその効果は効果を図ることに有効であるが、0.05%未満では所  
知し、かつコスト的に高くなるので、本発明で  
はその範囲を0.005～0.20%とした。

Al : Alは鋼の強度の安定化、均質化および耐候化  
を図ることに有効であるが、0.05%未満では所  
知し、かつコスト的に高くなるので、本発明で  
はその含有量を0.15%以下と定めた。

Ni : Niは鋼の強度化と耐候化に効果を有するた  
め、高強度を確保する目的で添加するが、0.10  
%を超えて含有させると鋼の塑性及び強度が  
劣化するようになるので、本発明ではその含有  
量を0.10%以下と定めた。

Cr : Crは鋼中に炭化物を均一に分配させて耐  
還元性を一層改善させる効果を有するため、  
特に高強度の鋼の場合に、高い耐還元性を  
確保する目的で含有させるが、0.15%を超えて  
含有させると鋼の強度をまだすので、本発明で  
はその含有量を0.15%以下と定めた。

Ti : Tiは鋼の強度化と耐候化に効果を有するた  
め、高強度を確保する目的で添加するが、0.10  
%を超えて含有させると鋼の塑性及び強度が  
劣化するようになるので、本発明ではその含有  
量を0.10%以下と定めた。

Ca : Caは外部環境からの鋼中の水素の侵入を抑  
止する。

Ni : Niは焼入の他、焼入性向上に有効な元素であるが、多量に添加すると結晶の強度を生成することにより、また母材でのPやCrとの共同析出により、結晶化現象が生じて耐還元性を低下させる。さらに、NbとSと結合してNbSを形成し、これが耐焼の起点となることからも、耐還元性の改善のためには極力その含有量を低下させなければならぬ。従って、耐還元性の改善を目的とする本発明ではNbの含有量を0.35%以下とした。

Ca : Caは外部環境からの鋼中の水素の侵入を抑止する。

すなわち、第1回(イ)に示すような筋状、す  
法の試験片のノッチ部(第1回(ロ)に示す)に  
第1回(ハ)に示すようなくさびを挿入して静荷  
重をかけ、これを55℃に保持した温水中に入れ、  
それが発生する時間(以下「発生時間」と  
いふ)を測定した。なお、図において  
数字はmmの単位の長さを示す。

試験箇所として、55℃の温水中は、実使用環境  
の最も厳しい環境に相当する。従って、得られた  
耐還元性は、実使用のうちもっとも厳しい環  
境での還元発生時間に相当すると考えられる。  
なお、耐還元性の一つの判定基準を200時間  
とした。この200時間は一つの判断基準とした  
のは、1.5ヶ月を鋼材の定期的な検査あるいは点  
検期間と仮定し、そのため半分の誤差を見積もった  
からである。

第2度より、本発明は還元発生時間が長く、耐  
還元性に優れていることが明らかである。  
なお、還元発生時間の発生有無の目視は、第1回に  
示すくさび押入型の還元試験方法によった。

## (実験例)

次に、本発明を実施例により比較例と対比しな  
がら説明する。なおこれららの実験例は本発明の効  
果を示す例であつて、本発明の技術的範囲を何  
等範囲するものではないことは勿論である。

失ず通常の方法によって下記第1表に示す成分  
組成の鋼(符号A～O)を溶解した。

鋼A～Iは、本発明の範囲内の組成を有してい  
るもので、鋼J～Oは母材の中間印をした点に  
おいて本発明の範囲から外れたものである。

これらの溶解組成を過熱鈍化法、又は鋼塊法に  
て鋼片となした後、1200～1250℃に加熱して15mm  
厚に圧延し、これを870～1020℃の温度から、压  
延後直ちに焼入れを施す直焼入れ、あるいは前  
記した過熱組成に再加熱した後焼入れを施す再加熱  
焼入れを施した後、230～250℃の温度で焼戻  
して、耐還元性を調査し、その結果を下記  
第2表に示した。

第2表より、本発明は還元発生時間が長く、耐  
還元性に優れていることが明らかである。  
なお、還元発生時間の発生有無の目視は、第1回に  
示すくさび押入型の還元試験方法によった。

第1表 化学成分(重量%)

鋼種	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mn	V	Nb	A1	Cu	Zr	Ti	Fe+不純物
A	0.35	0.04	0.23	0.007	0.001	2.89	0.09	1.06	0.35	0.051	0.034	—	—	—	—
B	0.44	0.15	0.30	0.006	0.002	1.97	0.20	0.76	0.21	0.029	0.026	—	—	—	—
* C	0.48	0.07	0.06	0.002	0.002	2.35	0.11	0.56	0.10	0.036	0.030	0.35	—	—	—
兎 D	0.43	0.18	0.32	0.011	0.001	1.15	0.23	0.48	0.20	0.069	0.034	—	0.05	—	—
卯 E	0.42	0.04	0.08	0.003	0.002	2.50	0.02	1.00	0.13	0.135	0.058	—	—	0.03	—
F	0.37	0.10	0.23	0.006	0.001	1.80	0.20	1.43	0.27	0.008	0.029	0.09	—	0.03	—
馬 G	0.43	0.15	0.30	0.005	0.002	1.50	0.15	1.00	0.06	0.030	0.031	0.15	0.01	—	—
H	0.35	0.05	0.03	0.003	0.002	1.32	0.08	0.75	0.10	0.040	0.050	—	0.122	0.02	—
I	0.40	0.03	0.10	0.005	0.003	2.00	0.05	1.05	0.23	0.033	0.049	0.53	0.033	0.04	—
比 J	0.27	0.22	1.50	0.012	0.007	2.89	0.25	0.09	—	—	0.031	—	—	—	—
K	0.55	0.18	0.30	0.009	0.006	1.12	3.00	—	—	0.06	0.003	0.019	—	—	—
牧 L	0.36	0.17	0.55	0.017	0.010	1.09	0.22	—	—	0.08	0.038	0.029	—	0.15	—
卯 M	0.46	0.15	1.26	0.008	0.006	0.44	0.30	0.35	0.05	0.032	0.011	—	—	0.06	—
卯 N	0.44	0.15	1.10	0.025	0.015	1.05	0.23	0.71	0.18	0.015	0.019	—	0.05	—	—
O	0.35	0.19	1.85	0.008	0.005	2.40	0.23	—	—	0.023	0.125	—	—	0.03	—

## (発明の結果)

以上述べた如く、本発明によると、 $140\text{kg}/\text{m}^3$  以上的引張り強さを有し、かつ2000時間以上の間にわたり遅れ疲労を発生しない鋼は疲労試験を伴うことがあり、前述したように定期的試験または取替えを前提とし、必要な耐遅れ疲労性の程度の明確な用途の鋼材、例えば大型ブルドーザーのシャーベルトなどには、本発明による疲労性適用鋼を広範囲に使用できる。すわら、本発明は遅れ疲労発生時間が長く、耐遅れ疲労性に優れた鋼である。

## 4. 図面の簡単な説明

第1図は本実験炉で実施した遅れ疲労試験で用いた試験片と、くさびの形状および寸法を示す図であり、(イ)は試験片を示し、(ロ)は試験片のノックナット部の詳細を示し、(ハ)は試験片のノックナット部に挿入して食肉を加えためのくさびを示す。

特許出願人 住友金属工業株式会社

代理人 清上 潤

(ほか1名)

第1図は本実験炉で実施した遅れ疲労試験で用いた試験片と、くさびの形状および寸法を示す図であり、(イ)は試験片を示し、(ロ)は試験片のノックナット部の詳細を示し、(ハ)は試験片のノックナット部に挿入して食肉を加えためのくさびを示す。

特許出願人 住友金属工業株式会社

代理人 清上 潤

(ほか1名)

第2表

鋼種	重ね焼入れ-焼戻し			両面熱処理入ile-焼戻し				
	引張強さ (kgf/mm <sup>2</sup> )	破断伸び (%)	焼戻し温度 (℃)	引張強さ (kgf/mm <sup>2</sup> )	焼戻し温度 (℃)	焼戻し温度 (℃)		
A	155.6	> 2000	900	600	151.0	> 2000	930	580
B	—	—	—	—	152.3	> 2000	910	525
* C	149.9	> 2000	1020	600	—	—	—	—
兎 D	—	—	—	—	142.7	> 2000	950	625
卯 E	154.3	> 2000	870	670	143.9	> 2000	930	620
F	151.4	> 2000	900	650	—	—	—	—
馬 G	155.9	> 2000	920	580	149.5	> 2000	920	620
H	—	—	—	—	154.5	> 2000	930	450
I	157.1	> 2000	910	620	—	—	—	—
J	153.2	600	920	400	148.2	350	850	380
比 K	—	—	—	—	150.5	300	920	230
馬 L	150.8	150	930	500	—	—	—	—
馬 M	—	—	—	—	151.9	400	930	350
馬 N	149.9	400	970	500	148.2	400	930	400
O	—	—	—	—	141.2	200	930	380

—は実験を実施しなかったことを示す